

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Latar Belakang Manajemen Proyek

Setiap kegiatan manusia dihadapkan pada berbagai masalah yang memerlukan pemikiran dan solusi pemecahan masalah. Bila suatu pekerjaan bertujuan untuk mencapai hasil yang maksimal maka harus mempertimbangkan dan mengelola sumber daya dan kondisi yang dapat mendukung pekerjaan tersebut. Demikian pula perkembangan pada bidang ilmu pengetahuan, sosial, ekonomi, dan segi-segi kehidupan lainnya akan dihadapkan pada persoalan-persoalan yang kompleks. Di dalam pelaksanaan segala kegiatan akan dibatasi oleh berbagai faktor yang terbatas. Misalnya tenaga kerja, material penunjang, tempat, dan waktu yang tersedia. Sehingga untuk mendapatkan cara yang efektif dan efisien diperlukan adanya teknik-teknik tertentu.

Dalam bidang teknik industri telah banyak dikembangkan teknik-teknik manajemen untuk membantu berbagai masalah yang timbul di kehidupan, Teknik industri semakin lama semakin berkembang di masyarakat modern, dan teknik industri dibutuhkan untuk membantu menyelesaikan pekerjaan dengan cara optimal dan mendapat hasil yang maksimal. Perkembangan teknik industri akhirnya mengarah pada suatu disiplin manajemen yang digunakan untuk perencanaan dan pengendalian terhadap suatu kegiatan yang bersifat tidak rutin dan dilakukan dalam waktu yang terbatas. Disiplin manajemen teknik yang dimaksud adalah manajemen proyek.

2.2 Pengertian Proyek

Kegiatan Proyek dapat diartikan sebagai satu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk menghasilkan produk atau *deliverable* yang kriteria mutunya telah digariskan dengan jelas (Soeharto,1999).

Menurut PMBOK *Guide* (2004) sebuah proyek memiliki beberapa karakteristik penting yang terkandung di dalamnya, yaitu:

- a. Sementara; berarti setiap proyek memiliki jadwal yang jelas kapan dimulai dan kapan proyek tersebut di selesaikan. Sebuah proyek dianggap berakhir jika tujuan telah tercapai atau kebutuhan terhadap proyek tidak ada lagi sehingga proyek tersebut terpaksa dihentikan.
- b. Unik; berarti bahwa setiap proyek selalu menghasilkan suatu hasil berupa produk, solusi, atau output tertentu yang berbeda satu dengan yang lainnya.
- c. Dibatasi oleh jadwal, anggaran biaya, dan hasil akhir.
- d. Merupakan kegiatan nonrutin, tidak berulang.

Jenis-jenis proyek menurut Soeharto (1999) dapat dikelompokkan menjadi :

- a. Proyek *Engineering*-Konstruksi
Komponen kegiatan dari proyek jenis ini terdiri dari pengkajian kelayakan, desain engineering, pengadaan, dan konstruksi. Contoh proyek jenis ini adalah pembangunan gedung, jembatan, pelabuhan, jalan raya, fasilitas industry.
- b. Proyek *Engineering*-Manufaktur
Proyek jenis ini dimaksudkan untuk membuat produk baru meliputi pengembangan produk, manufaktur, perakitan, uji coba fungsi dan operasi produk yang dihasilkan. Contoh proyek ini adalah pembuatan generator listrik, mesin pabrik, kendaraan.
- c. Proyek Penelitian dan Pengembangan
Proyek ini bertujuan untuk melakukan penelitian dan pengembangan dalam rangka menghasilkan produk tertentu. Dalam proyek jenis ini biasanya diperlukan proses yang berubah-ubah, demikian pula dengan lingkup kerjanya. Oleh karena itu diperlukan beberapa batasan yang harus ditentukan menyangkut masalah yang dikerjakan agar tidak melebihi jadwal yang telah disepakati dan tidak melebihi anggaran yang disiapkan.
- d. Proyek Pelayanan Manajemen
Proyek pelayanan manajemen tidak memberikan hasil dalam bentuk fisik, tetapi laporan akhir misalnya merancang sistem informasi manajemen.
- e. Proyek Kapital
Proyek kapital merupakan proyek yang berkaitan dengan penggunaan dana kapital untuk investasi. Berbagai badan usaha memiliki kriteria tertentu untuk proyek jenis ini. Proyek ini umumnya meliputi pembebasan tanah, penyiapan lahan, pembelian material, mesin-mesin, manufaktur.

f. **Proyek Radio-Telekomunikasi**

Proyek ini bertujuan untuk membangun jaringan telekomunikasi yang dapat menjangkau area yang luas dengan biaya minimal.

g. **Proyek Konservasi *Bio-Diversity***

Proyek konservasi bio-diversity merupakan proyek yang berkaitan dengan usaha pelestarian lingkungan.

2.3 Definisi Manajemen Proyek

Kerzner (dikutip oleh Soeharto, 1999) menyatakan, melihat dari wawasan manajemen, bahwa manajemen proyek adalah merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan.

Dalam pelaksanaan suatu proyek terdapat kegiatan tawar-menawar antar berbagai pihak. Jika kualitas hasil proyek ingin ditingkatkan, akan memberikan konsekuensi kenaikan biaya dan waktu. Sebaliknya, jika biaya ditekan agar biaya akhir lebih murah dengan waktu pelaksanaan yang tetap sama, konsekuensinya adalah kualitas hasil proyek bisa turun (Santosa, 2009).

Oleh karena proyek mempunyai jenis karakteristik tertentu yang berbeda aktivitas satu dengan yang lainnya, diperlukan beberapa cara penanganan tertentu terhadap suatu proyek dengan proyek yang lain. Penerapan manajemen proyek yang dilakukan secara tepat akan memberikan keuntungan pada hasil dari segi waktu dan biaya dibanding jika pengelolaan dilakukan seperti penerapan pekerjaan regular (Santosa, 2009).

2.4 Tahap-tahan perencanaan proyek

Dalam suatu proyek, setelah kontrak ditandatangani, manajemen perusahaan yang mendapatkan pekerjaan proyek harus memberi perintah untuk melakukan perencanaan, pembuatan jadwal dan anggaran kepada tim proyek. Langkah-langkah perencanaan meliputi:

- a. Penentuan tujuan dan hasil akhir proyek beserta kebutuhannya. Dalam hal ini ditentukan hasil akhir proyek, waktu, dan biaya yang diperlukan.
- b. Daftar pekerjaan apa saja yang diperlukan untuk mencapai tujuan proyek.

- c. Pembuatan struktur organisasi proyek untuk menentukan departemen yang ada, meliputi subkontraktor dan manajer yang bertanggung jawab terhadap semua kegiatan yang dilakukan di lapangan.
- d. Jadwal kegiatan pekerjaan yang meliputi waktu mulai proyek dilaksanakan, waktu tiap kegiatan, dan batas akhir penyelesaian proyek.
- e. Estimasi waktu total dan biaya proyek.

2.5 Sumber Daya Material

Dalam suatu proyek daftar material yang diperlukan merupakan suatu bagian terpenting karena mempunyai persentasi cukup besar dari total biaya. Dari beberapa penelitian menyatakan bahwa biaya kebutuhan material dapat menyerap sekitar 50%-70% dari total biaya proyek, biaya ini belum termasuk biaya untuk menyimpan material. Oleh karena itu, dibutuhkan teknik manajemen yang baik untuk memilih, menghitung, membeli, menyimpan, dan mendistribusikan material yang akan digunakan. Ada tiga jenis kategori material (Stukhart, 1995), yaitu:

- a. *Engineered Materials*

Material ini digunakan secara khusus dalam masa pelaksanaan proyek tersebut, jika terjadi penundaan dalam proses distribusi akan berakibat mempengaruhi jadwal penyelesaian proyek.

- b. *Bulk Materials*

Produk yang dibuat oleh industri dengan standar tertentu. Material jenis ini seringkali sulit untuk diperkirakan karena berbagai macam ukuran dan jenisnya. Contoh material jenis ini adalah kabel, pipa.

- c. *Fabricated Materials*

Material jenis ini adalah material yang tidak dirakit di tempat material ini digunakan, tetapi dirakit di luar lokasi proyek. Contoh material jenis ini adalah kusen, rangka baja.

2.6 Sumber Daya Manusia

Untuk menciptakan lingkup proyek yang baik, diperlukan pula sumber daya manusia yang baik. Pengelolaan sumber daya manusia memerlukan proses pemilihan dan perencanaan sumber daya manusia yang tepat dan efektif untuk menghasilkan hasil

kerja yang optimal. Sumber daya manusia dapat berupa tenaga kerja, tenaga ahli, dan tenaga terampil.

Menurut Sugiono (2001) bila dilihat dari bentuk hubungan kerja antar pihak yang bersangkutan, tenaga kerja proyek dapat dibedakan menjadi dua, yaitu:

a. Tenaga kerja langsung

Tenaga kerja langsung adalah tenaga kerja yang direkrut dan menandatangani kontrak kerja perseorangan dengan perusahaan kontraktor.

b. Tenaga kerja borongan

Tenaga kerja yang bekerja berdasarkan ikatan kerja antara perusahaan penyedia tenaga kerja dengan kontraktor dalam jangka waktu tertentu.

Dalam memenuhi kebutuhan tenaga kerja, umumnya kontraktor memilih untuk menggabungkan tenaga kerja langsung dengan tenaga kerja borongan. Sedangkan untuk pengawas yang terampil akan tetap dipertahankan meskipun volume pekerjaannya rendah.

2.7 Perencanaan Proyek

Tahap pertama dalam melakukan perencanaan dan penjadwalan proyek adalah menentukan *Work Breakdown Structure* (WBS). WBS diperlukan untuk mengidentifikasi kegiatan penting yang harus dilakukan di dalam suatu proyek. Dalam suatu proyek diperlukan adanya daftar kegiatan berupa pekerjaan atau tugas. Kegiatan yang ada di dalam proyek seringkali bervariasi dalam hal waktu, harga, kebutuhan sumber daya, kegiatan pendahulu (*predecessors*), dan tingkat tanggungjawab antar pekerja di setiap kegiatan. Apabila setiap kegiatan sudah selesai diidentifikasi, jadwal proyek dapat dibuat.

2.8 Activity Network

Activity network digunakan untuk memperlihatkan urutan pekerjaan dalam hal waktu mulai, waktu selesai, dan waktu keseluruhan proyek dapat diselesaikan. *Activity network* dapat disusun dalam bentuk *network diagram* atau *time schedule* berbasis *gant chart*. Penggunaan *gant chart* dalam bentuk batang dipakai secara luas dalam perencanaan proyek karena menyediakan data yang efektif dan perencanaan setiap kegiatan secara teliti dan akurat.

2.9 Metode Jalur Kritis (*Critical Path Method* [CPM])

Metode Jalur Kritis (*Critical Path Method* - CPM), yakni metode untuk merencanakan dan mengawasi proyek-proyek merupakan sistem yang paling banyak dipergunakan diantara semua sistem lain yang memakai prinsip pembentukan jaringan. Dengan CPM, jumlah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan berbagai tahap suatu proyek dianggap diketahui dengan pasti, demikian pula hubungan antara sumber yang digunakan dan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek. CPM adalah model manajemen proyek yang mengutamakan biaya sebagai objek yang dianalisis (Siswanto, 2007). CPM merupakan analisa jaringan kerja yang berusaha mengoptimalkan biaya total proyek melalui pengurangan atau percepatan waktu penyelesaian total proyek yang bersangkutan.

Metode CPM lebih menekankan pada penentuan ongkos proyek. Metode ini berbeda dengan PERT yang lebih menekankan hal-hal ketidakpastian waktu dan biasa digunakan untuk proyek yang tidak berulang seperti proyek riset dan pengembangan (R&D). Dalam CPM tidak ada pemberlakuan metode statistik untuk mengakomodasi adanya ketidakpastian (Santosa, 2009).

Pada metode CPM dikenal adanya jalur kritis (*Critical Path*), yaitu jalur terlama yang diperlukan yang menunjukkan kurun waktu penyelesaian proyek yang tercepat.

Langkah-langkah CPM adalah sebagai berikut:

- a. Identifikasi proyek ke dalam bentuk kegiatan-kegiatan dan peristiwa.
- b. Penyusunan hubungan antar kegiatan diikuti dengan data aktivitas pendahulu.
- c. Penggambaran hubungan *network* yang menyangkut semua kegiatan.
- d. Perhitungan waktu yang dibutuhkan untuk setiap lintasan yang terdapat di dalam *network diagram* (analisis waktu proyek).
- e. Perhitungan waktu tercepat proyek dapat diselesaikan, seringkali disebut jalur kritis.
- f. Gunakan hasil *network* untuk membantu proses perencanaan, penjadwalan, dan proses kontrol dari proyek.

Dalam proses identifikasi jalur kritis, ada beberapa istilah-istilah dan rumus perhitungan sebagai berikut :

- a. ES (*Earliest start time*)

ES merupakan waktu mulai paling awal suatu kegiatan. Bila waktu kegiatan berlangsung dalam hari, maka waktu ini adalah hari paling awal kegiatan pertama proyek dapat dilakukan.

b. EF (*Earliest finish time*)

EF merupakan waktu selesai paling awal dari suatu kegiatan. Bila ada suatu kegiatan pendahulu (*predecessor*), maka EF suatu kegiatan pendahulu merupakan kegiatan berikutnya.

c. LS (*Latest start time*)

LS merupakan waktu paling akhir kegiatan boleh dimulai, yaitu waktu paling akhir kegiatan boleh dimulai tanpa memperlambat durasi proyek secara keseluruhan.

d. LF (*Latest finish time*)

LF merupakan waktu paling akhir kegiatan boleh selesai, tanpa memperlambat durasi penyelesaian proyek.

e. *t* (time)

t merupakan kurun waktu suatu kegiatan. Pada umumnya dinyatakan dengan satuan waktu jam, hari, minggu, bulan, dan lain-lain.

Dengan menggunakan konsep angka-angka waktu kegiatan, maka Identifikasi kegiatan kritis, jalur kritis, dan *slack* dapat dikerjakan pada CPM. Pada jalur kritis berlaku:

$$\text{Earliest finish time} = \text{Earliest start time} + \text{Expected activity time}$$

$$EF = ES + t$$

Setelah diperoleh EF, ES, dan durasi untuk setiap aktivitas, maka perhitungan *network* secara *forward pass* dapat dilakukan. Langkah berikutnya untuk melakukan perhitungan critical path adalah menentukan LS dan LF untuk setiap aktivitas. Hal ini dapat dilakukan dengan menghitung *network* secara *backward pass*, berikut adalah cara yang berlaku:

$$\text{Latest start time} = \text{Latest finish time} - \text{Expected activity time}$$

$$LS = LF - t$$

Slack (S) merupakan selisih nilai antara LF dan EF atau nilai selisih LS dan ES.

$$S = LF - EF$$

$$S = LS - ES$$

Dasar untuk menghitung jalur kritis adalah kegiatan yang mempunyai nilai *Slack* (S) sama dengan nol.

$$\begin{aligned} \text{Slack} &= 0 \text{ atau } LF - EF = 0 \\ LS - ES &= 0 \end{aligned}$$

2.10 *Project Crashing*

Project Crashing adalah suatu metode untuk memperpendek durasi penyelesaian proyek dengan mengurangi waktu pengerjaan pada kegiatan yang dianggap kritis dari waktu yang telah diidentifikasi sebelumnya. Pengurangan waktu kegiatan ini dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan menambah jam lembur (*overtime*) atau dengan menambah pekerja. Dengan pengurangan waktu kegiatan ini, durasi proyek dapat dikurangi dengan konsekuensi kenaikan biaya.

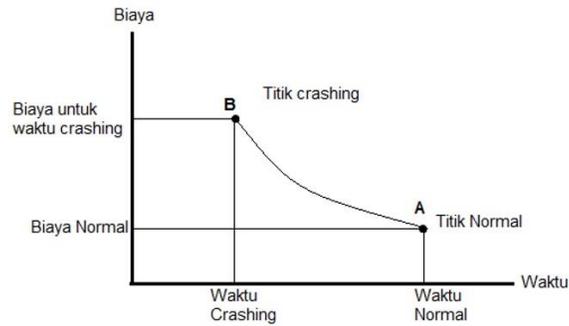
Untuk melakukan *project crashing* ada empat cara yang harus dilakukan sebagai berikut:

- a. Menentukan *normal critical path* dan identifikasi kegiatan pada jalur kritis.
- b. Melakukan perhitungan *crash cost per week* untuk setiap kegiatan yang ada pada *network*. Perhitungan ini dapat dilakukan dengan rumus:

$$\text{Crash cost/Time period} = \frac{\text{Crash Cost} - \text{Normal Cost}}{\text{Normal time} - \text{Crash Time}}$$

- c. Proses pemilihan kegiatan di dalam *critical path* dengan nilai *crash cost per week* yang paling kecil. Kurangi waktu kegiatan tersebut hingga jangkauan maksimum yang memungkinkan atau pada titik *deadline* proyek telah tercapai.
- d. Periksa kegiatan yang sudah di *crash* apakah masih menjadi jalur kritis dari keseluruhan proyek. Seringkali, pengurangan waktu kegiatan di jalur kritis akan mengakibatkan jalur tidak kritis berubah menjadi jalur kritis. Apabila jalur kritis masih menjadi jalur terpanjang dalam *network*, kembali ke step 3. Apabila tidak, cari jalur kritis baru dan kembali ke step 3.

Setelah dilakukan proses *crashing* akan mengakibatkan perubahan pada biaya dan durasi proyek secara keseluruhan. Hubungan antara waktu dan biaya digambarkan seperti pada Gambar 3.1. Titik A menunjukkan titik normal sedangkan titik B adalah titik *crashing*. Garis yang menghubungkan titik A dan B disebut kurva waktu-biaya.



Gambar 2.1. Grafik hubungan waktu dan biaya (Sumber : Soeharto, 1999)

2.11 *Project Crashing with Linear Programming*

Linear programming adalah cara lain untuk menentukan penjadwalan *project crashing* yang terbaik. Cara yang dilakukan untuk menggunakan metode *project crashing with linear programming* adalah menentukan variabel. Apabila variabel X adalah *earliest finish time* untuk suatu aktivitas, maka

$$X_A = EF \text{ untuk aktivitas } A$$

$$X_B = EF \text{ untuk aktivitas } B$$

$$X_N = EF \text{ untuk aktivitas } N$$

$$X_{Start} = 0$$

$$X_{Finish} = \text{Earliest finish time for project}$$

Meskipun node awal memiliki variabel yang berhubungan dengan X_{start} , ini tidak penting, karena variabel tersebut akan memiliki nilai sama dengan 0, dan ini dapat digunakan.

Y adalah digambarkan sebagai jumlah hari dari setiap aktivitas yang di *crash*. Y_A adalah jumlah waktu normal aktivitas A dikurangi dengan waktu *crash* aktivitas A, Y_B adalah waktu normal aktivitas B dikurangi dengan waktu *crash* aktivitas B, dan seterusnya sampai dengan Y_N .

Karena tujuannya adalah untuk meminimalkan biaya crashing dari total proyek, fungsi tujuan yang didapatkan adalah sebagai berikut:

$$\text{Minimal crash cost} = \text{Crash Cost untuk Aktivitas } A.Y_A + \text{Crash Cost untuk aktivitas. } Y_B + \text{Crash Cost untuk Aktivitas } N.Y_N$$

Batasan diperlukan untuk memastikan bahwa setiap aktivitas tidak terlambat dari keterlambatan yang diizinkan. Nilai maksimum untuk setiap variabel Y adalah selisih

antara waktu normal dan waktu crash. Nilai maksimum untuk variabel Y dapat dilihat sebagai berikut:

$$Y_A \leq \text{Normal time-Crash time kegiatan A}$$

$$Y_B \leq \text{Normal time-Crash time kegiatan B}$$

$$Y_N \leq \text{Normal time-Crash time kegiatan N}$$

Batasan ini menentukan bahwa aktivitas terakhir harus selesai sebelum tanggal batas waktu penyelesaian proyek. Jika suatu proyek harus diselesaikan dalam N hari, maka :

$$X_{finish} \leq \text{Total durasi proyek yang sudah di crash}$$

Hasil akhir dari batasan ini mendeskripsikan struktur dari total jaringan. Setiap aktivitas akan memiliki 1 batasan untuk setiap aktivitas pendahulu. Bentuk batasan tersebut adalah

$$\text{Earliest Finish Time} \geq \text{Earliest finish time for predecessor} + \text{Expected activity time}$$

$$EF \geq EF_{predecessor} + (t - Y)$$

atau

$$X \geq X_{predecessor} + (t - Y)$$

Waktu aktivitasnya adalah $t - Y$, atau waktu normal aktivitas dikurangi dengan waktu crashing. Diketahui bahwa $EF = ES + \text{Waktu Aktivitas}$ dan $ES = EF$ terbesar dari waktu pendahulu.

Waktu awal proyek diatur dari nol : $X_{Start} = 0$

Untuk aktivitas A,

$$X_A \geq X_{Start} + (\text{Durasi kegiatan A} - Y_A)$$

atau

$$X_A - X_{Start} + Y_A \geq \text{Durasi kegiatan A}$$

Untuk aktivitas B,

$$X_B \geq X_{Start} + (\text{Durasi kegiatan B} - Y_B)$$

atau

$$X_B - X_{Start} + Y_B \geq \text{Durasi kegiatan B}$$

Untuk aktivitas N,

$$X_N \geq X_{Start} + (\text{Durasi kegiatan N} - Y_N)$$

atau

$$X_N - X_{Start} + Y_N \geq \text{Durasi kegiatan N}$$

Untuk menunjukkan bahwa Proyek selesai ketika aktivitas R selesai, maka

$$X_{finish} \geq X_N$$

Setelah merumuskan *constraint* semua kegiatan, persamaan-persamaan diatas dapat di *solved* menggunakan *microsoft excel* untuk mendapatkan hasil berupa biaya maksimal proyek dapat di *crashing*.

2.12 Perbedaan PERT dan CPM

Pada prinsipnya perbedaan PERT dan CPM adalah sebagai berikut :

- a. PERT digunakan pada perencanaan dan pengendalian proyek yang belum pernah dikerjakan, sedangkan CPM digunakan untuk menjadwalkan dan mengendalikan aktivitas yang sudah pernah dikerjakan sehingga data, waktu dan biaya setiap unsur kegiatan telah diketahui oleh *evaluator*.
- b. Pada PERT digunakan tiga jenis waktu pengerjaan yaitu yang tercepat, terlama serta terlayak, sedangkan pada CPM hanya memiliki satu jenis informasi waktu pengerjaan yaitu waktu yang paling tepat dan layak untuk menyelesaikan suatu proyek.
- c. Pada PERT yang ditekankan tepat waktu, sebab dengan penyingkatan waktu maka biaya proyek turut mengecil, sedangkan pada CPM menekankan tepat biaya.
- d. Dalam PERT anak panah menunjukkan tata urutan (hubungan presidentil), sedangkan pada CPM tanda panah adalah kegiatan.